



DEUTSCHES  
PATENTAMT

②① Aktenzeichen: P 36 30 561.8  
②② Anmeldetag: 9. 9. 86  
④③ Offenlegungstag: 26. 3. 87

Behördeneigentlich

DE 3630561 A1

③③ Unionspriorität: ③② ③③ ③①  
23.09.85 FI 85 3654

⑦① Anmelder:  
Valmet Oy, Helsinki, FI

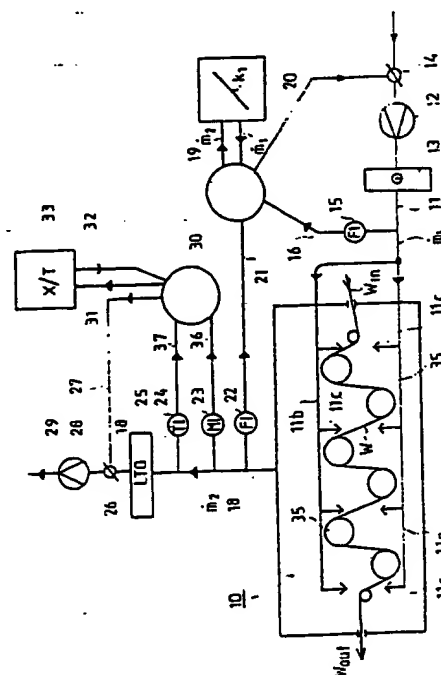
⑦④ Vertreter:  
Lorenz, W., Dipl.-Ing., PAT.-ANW., 7920 Heidenheim

⑦② Erfinder:

Virta, Raimo, Turku, FI; Kotajärvi, Heikki, Masku, FI;  
Karlsson, Markku, Dr., Parainen, FI; Ilmanen, Reijo,  
Piikkiö, FI

⑤④ Regelungssystem für die Ventilation der Trockenhaube einer Papiermaschine

Die Erfindung betrifft ein Regelungssystem für die Ventilation einer Papiermaschinentrockenhaube (10), mit dem sowohl der aus der Haube abgeleitete Abluftstrom ( $m_2$ ) als auch der der Haube zugeführte Ersatzluftstrom ( $m_1$ ) gemessen und geregelt wird. In dem Verfahren wird das Feuchtigkeitsniveau und die Temperatur der Abluftströmung gemessen. Das Regelungssystem besteht aus zwei Regelkreisen. Mit dem ersten Regelkreis (23, 24, 26, 27, 30, 31, 32, 33) wird das Feuchtigkeitsniveau der Abluftströmung gemessen und durch Beeinflussung der Abluftmenge ( $m_2$ ) deren Feuchtigkeitsniveau mit einer Sollwerteinheit (33) auf einen vorgegebenen Wert geregelt. Mit dem zweiten Regelkreis (14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22) des Regelungssystems wird der 0-Punkt der Differenz von Innendruck und Außendruck der zu ventilierenden Haube (10), d. h. das sog. 0-Niveau der Haube, auf konstanter Höhe gehalten, indem die vom ersten Regelkreis geregelte Abluftmenge ( $m_2$ ) gemessen und der Sollwert der Ersatzluftmenge ( $m_1$ ) des zweiten Regelkreises auf einen im voraus bestimmten (Fig. 2) und in den Regelkreis eingeleiteten oder gespeicherten, dem konstanten 0-Niveau der Haube (10) entsprechenden Wert eingestellt wird.



DE 3630561 A1

1. Regelungssystem für die Ventilation einer Papiermaschinentrockenhaube (10), mit dem sowohl der aus der Haube abgeleitete Abluftstrom ( $m_2$ ) als auch der der Haube zugeführte Ersatzluftstrom ( $m_1$ ) gemessen und geregelt wird und in dem Verfahren das Feuchtigkeitsniveau und die Temperatur der Abluftströmung gemessen wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Regelungssystem aus zwei Regelkreisen besteht, von denen mit dem ersten Regelkreis (23, 24, 26, 27, 30, 31, 32, 33) das Feuchtigkeitsniveau der Abluftströmung gemessen und durch Beeinflussung der Abluftmenge ( $m_2$ ) deren Feuchtigkeitsniveau mit einer Sollwerteinheit (33) auf einen vorgegebenen Wert geregelt wird, und daß mit dem zweiten Regelkreis (14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22) des Regelungssystems der 0-Punkt der Differenz von Innendruck und Außendruck der zu ventilierenden Haube (10), d. h. das sog. 0-Niveau der Haube, auf konstanter Höhe gehalten wird indem die vom ersten Regelkreis geregelte Abluftmenge ( $m_2$ ) gemessen und der Sollwert der Ersatzluftmenge ( $m_1$ ) des zweiten Regelkreises auf einen im voraus bestimmten (Fig. 2) und in den Regelkreis eingeleiteten oder gespeicherten, dem konstanten 0-Niveau der Haube (10) entsprechenden Wert eingestellt wird.

2. Regelungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zum ersten Regelkreis Temperaturmeßgeräte (20, 37) für die Abluftströmung ( $m_2$ ) gehören und das von diesen erhaltene Meßsignal zur Sollwerteinheit (33) des Regelkreises geleitet (31) wird, um den Feuchtigkeitsollwert des Regelkreises entsprechend der vorgegebenen Feuchtigkeit-Temperatur-Abhängigkeit zu ändern.

3. Regelungssystem nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß zum ersten Regelkreis eine an dessen Regler (19) gekoppelte Sollwerteinheit (20) gehört, in welche die Daten über die gemeinsame Abhängigkeit (Fig. 2) von Abluftströmung und Ersatzluftströmung bei dem gewählten konstanten 0-Niveau der Trockenhaube (10) eingespeichert sind.

4. Regelungssystem nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zum zweiten Regelkreis mit Druckdifferenzgebern oder dergleichen arbeitende Meßvorrichtungen (21, 22) der Abluftmenge ( $m_2$ ) gehören und das von diesen erhaltene Meßsignal zur Sollwerteinheit (20) des Regelkreises geleitet wird, von der der zweite Regler (10) einen veränderlichen, dem konstanten 0-Niveau der Haube entsprechenden Sollwert erhält und daß zum zweiten Regelkreis weiter Meßvorrichtungen (15, 16) für die Ersatzluftmenge ( $m_1$ ) sowie Regel- und Antriebsvorrichtungen gehören, mit denen die Regelungsklappe (14) oder dergleichen des Ersatzluftkanals (11) beeinflusst wird.

5. Regelungssystem nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Regelungssystem ausgeführt und/oder gesteuert wird, derart zu arbeiten, daß nach einer Betriebsunterbrechung des Trockners die Sollwerte beider Regelkreise für eine bestimmte Zeit konstant gehalten werden derart, daß sich die nach der Unterbrechung auf das Regelungssystem einwirkenden Änderungerscheinungen ausgleichen können, wonach die Sollwerte so geschaltet werden, daß sie vom Regelungssystem

gesteuert werden.

6. Regelungssystem nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung der dem konstanten 0-Niveau der Haube entsprechenden Abhängigkeit (Fig. 2) von Abluftstrom ( $m_2$ ) und Ersatzluftstrom ( $m_1$ ) an mehreren repräsentativen Stellen im Inneren der Haube (10) Messungen des in Frage kommenden 0-Niveaus durchgeführt werden und die auf diese Weise ermittelten Meßergebnisse als Mittelwert, bei Bedarf als gewogenes Mittel, verwendet werden.

#### Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Regelungssystem für die Ventilation einer Papiermaschinentrockenhaube, mit dem sowohl der der Haube zugeführte Ersatzluftstrom als auch der aus der Haube abgeleitete Abluftstrom gemessen und geregelt wird und in dem Verfahren das Feuchtigkeitsniveau und die Temperatur der Abluftströmung gemessen wird.

In an sich bekannter Weise wird über der Trockenpartie einer Papiermaschine ein Mantel, d. h. eine Haube verwendet, aus welcher Abluftventilatoren einen nötigen Abluftstrom absaugen, mit dem das aus dem zu trocknenden Papier verdampfte Wasser abgeführt wird. Der dem Abluftstrom entsprechende Ersatzluftstrom wird in geeigneter Weise vorgewärmt in die Haube eingespeist. Wird die Abluftmenge mit 100% angesetzt, führt man der Haube ca. 50–60% als Ersatzluft zu, wobei der Rest, d. h. 40–50%, aus in die Haube strömender Leckluft besteht, die insbesondere aus den Kellerräumen sowie durch die Ein- und Austrittsöffnungen der Papierbahn zuströmt.

In den Abluftkanälen kommen an sich bekannte Wärmerückgewinnungssysteme zum Einsatz.

Die Erfindung hat die Aufgabe, ein neues automatisches Regelungssystem für die Luftströme einer Papiermaschinen-Trockenhaube zu schaffen derart, daß die Ventilation fortlaufend optimal arbeitet, was im allgemeinen ein möglichst hohes im Rahmen der Haubenkonstruktionen zulässiges Feuchtigkeitsniveau der Abluft bedeutet, selbst wenn sich die bei Produktionsungleichmäßigkeiten der Papiermaschine verdampfenden Wassermengen verändern. Dieses Ziel wird ausdrücklich aus energiewirtschaftlichen Gründen angestrebt.

Eine zusätzliche Aufgabe der Erfindung besteht in der Schaffung eines solchen Regelungssystems, bei dem die Druckdifferenz zwischen Innen- und Außenseite der Haube konstant bleibt. Dadurch wird ein besseres Feuchtigkeitsprofil der Bahn als vorher erreicht und ein guter Zustand der Hallenluft sowie ein kleinerer Energieverlust im Maschinensaal als bisher erzielt. Die Differenz zwischen dem inneren und äußeren Druck der Haube variiert in Höhenrichtung von positiv bis negativ aufgrund des sog. durch Schornsteineffekt aufgeschichteten Luftdruckes. Das Niveau, bei dem die genannte Druckdifferenz null ist und bei dem keine Leckströmung in die Haube hinein und nicht aus der Haube heraus erfolgt, wird als 0-Niveau bezeichnet. Somit ist die Luft bestrebt, unterhalb dieses 0-Niveaus in die Haube einzuströmen und dementsprechend oberhalb des 0-Niveaus aus der Haube auszuströmen. Im allgemeinen wird angestrebt, das betreffende 0-Niveau auf eine Höhe von ca. 2 m über Fußbodenniveau des Maschinensalles zu regeln, denn auf dieser Höhe befinden sich die Öffnungen, durch welche die zu trocknende Papierbahn in die Haube hinein- und aus der Haube herausgebracht

wird. Mit der erfindungsgemäßen 0-Niveau-Regelung auf die genannte Höhe wird angestrebt, in den schwierig abzudichtenden Ein- und Austrittsöffnungen der Bahn auftretende Luftströmungen zu verhindern.

Bei bisher bekannten manuellen Regelungssystemen für Trockenhauben-Ventilationen von Papiermaschinen mußte die Höhe des 0-Niveaus bei Veränderungen der Maschinengeschwindigkeit oder der zu erzeugenden Verdampfung im allgemeinen über Handsteuerung neu "getrimmt" werden.

Zur Erreichung der im vorstehenden genannten Ziele und zur Eliminierung der genannten Nachteile ist für die Erfindung im wesentlichen charakteristisch, daß das Regelungssystem aus zwei Regelkreisen besteht, von denen mit dem ersten Regelkreis das Feuchtigkeitsniveau der Abluftströmung gemessen und durch Beeinflussung der Abluftmenge deren Feuchtigkeitsniveau mit einer Sollwerteinheit auf einen vorgegebenen Wert geregelt wird, und daß mit dem zweiten Regelkreis des Regelungssystems der 0-Punkt der Differenz von Innendruck und Außendruck der zu ventilierenden Haube, d. h. das sog. 0-Niveau der Haube, auf konstanter Höhe gehalten wird indem die vom ersten Regelkreis geregelte Abluftmenge gemessen und der Sollwert der Ersatzluftmenge des zweiten Regelkreises auf einen im voraus bestimmten (Fig. 2) und in den Regelkreis eingeleiteten oder gespeicherten, dem konstanten 0-Niveau der Haube entsprechenden Wert eingestellt wird.

Im folgenden wird die Erfindung unter Hinweis auf ein in den Figuren der beigelegten Zeichnung dargestelltes Ausführungsbeispiel, auf dessen Einzelheiten die Erfindung jedoch nicht begrenzt ist, ausführlich beschrieben.

Fig. 1 zeigt ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Regelungssystems als Blockschema.

Fig. 2 zeigt einen vorab von Hand gemessenen Abluftstrom als Funktion des Ersatzluftstromes bei einem auf einer bestimmten konstanten Höhe gehaltenen 0-Niveau der Haube.

Nach Fig. 1 wird der Ersatzluftstrom, d. h. die Luftströmung  $m_1$  durch einen Kanal 11 ins Innere der Haube des Mehrzylindertrockners einer Papiermaschine gebracht. Im Inneren der Haube 10 befinden sich im allgemeinen zwei Reihen dampfbeheizter Trockenzylinder 35 über welche die Papierbahn  $W$  abwechselnd knieförmig verläuft. Das Einführen der Bahn  $W$  in die Haube 10 ist mit  $W_{in}$  bezeichnet und der Austritt entsprechend mit  $W_{out}$ .

Der Zuluftkanal 11 verzweigt sich in acht Teilkanäle 11a und 11b, welche die Zuluft aus Blaselementen 11 zweckmäßig in das Innere der Haube 10 verteilen. Im Luftkanal 11 ist ein Ventilator 12 angebracht, der die Zuluft durch einen Wärmeaustauscher 13 fördert, mit dem der Zuluft die geeignete Temperatur gegeben wird. Im Luftkanal 11 befindet sich eine Regelklappe 14, deren Stellung über einen Anschluß 17 mit einem zweiten Regler 19 beherrscht wird. Im Zuluftkanal befindet sich hinter der Regelklappe 14 ein die Zuluftströmung  $m_1$  messender Durchflußmeßgeber mit Umformer 15, wobei der Durchflußmeßgeber z. B. nach dem Prinzip der Differenzdruckmessung arbeitet. Der Umformer 15 des Durchflußmeßgebers ist mit einer Verbindung 16 an den genannten Regler 19 g. kuppelt.

Der Abluftkanal 18 ist am oberen Teil der Haube 10 angeschlossen. Der Abluftstrom  $m_2$  läuft durch ein Wärmerückgewinnungsvorrichtung (LTO) 25. Hinter der Vorrichtung 25 befindet sich im Luftkanal eine Re-

gelklappe 26, die von einem ersten Regler 30 über einen Anschluß 27 gesteuert wird. Hinter der Regelklappe 26 befindet sich im Luftkanal 18 ein Abluftventilator 28, dessen druckseitiger Kanal 29 ins Freie geleitet ist. Mit der Abluftströmung  $m_2$  wird das in der Haube 10 aus der Bahn  $W$  verdampfte Wasser abgeführt.

Im Abluftkanal 18 ist ein Meßgeber mit Umformer 22 für die Abluftströmung  $m_2$ , ein Feuchtigkeitsmeßgeber mit Umformer 23 für die Abluftströmung sowie ein Meßgeber mit Umformer 24 für die Temperatur (Trockentemperatur) der Abluftströmung angebracht. Der Meßgeber mit Umformer 24 der Abluftströmung  $m_2$  ist über eine Verbindung 21 an den Regler 19 gekoppelt, mit dem die Strömung  $m_1$  der Zuluft beherrscht wird. Die von den Umformern 23 und 24 der Temperatur- und Feuchtigkeitsgeber des Abluftstromes erhältlichen Meßsignale werden über Verbindungen 36 und 37 zum Regler geleitet, mit dem über die Verbindung 27 die Regelklappe 26 des Abluftströmungskanales 18 beherrscht wird. Der erste Regler 30 und der zweite Regler 19 sind konstruktiv und/oder funktionell wenigstens in gewissem Umfang integrierbar.

Die Funktion des zweiten Reglers 19 wird erfindungsgemäß von der Einheit 20, z. B. Mikroprozessor, gesteuert, in dessen Speicher die im voraus bestimmte, in Fig. 2 gezeigte Kurve  $k_1$ , die für die Funktion des erfindungsgemäßen Regelungssystems wesentlich ist, als Tabelle oder zu berechnende Funktion gespeichert ist. An den ersten Regler 30 ist über Anschlüsse 31 und 32 eine Feuchtigkeitssollwert-Regeleneinheit 33 gekoppelt.

Im folgenden werden die neuen Merkmale der Konstruktion und der Funktion des erfindungsgemäßen Regelungssystems beschrieben.

Die Kurve  $k_1$  nach Fig. 2, die in den Speicher der zweiten Regler 19 steuernden Einheit 20 eingespeichert ist, wird manuell gemessen, indem der Abluftstrom  $m_2$  z. B. mit Hilfe der Regelklappe 26 verkleinert und der Ersatzstrom  $m_1$  z. B. mit Hilfe der Regelklappe 14 derart geregelt wird, daß sich das genannte 0-Niveau der Haube 10 auf eine bestimmte gewählte konstante Höhe, z. B. auf 2,0 m Höhe über Fußbodenniveau des Maschinenraumes, einstellt. Auf diese im vorstehenden beschriebene Weise sind die Punkte 1, 2 und 3 nach Fig. 2 bestimmt, deren Funktion die Kurve (Gerade)  $k_1$  angereichert ist. Die Kurve  $k_1$  ist seitens der Funktion des erfindungsgemäßen Regelungssystems entscheidend und trockenpartiebezogen. Die Kurve  $k_1$  ist nur durch spezielle Vorausmessungen exakt bestimmbar. Wenn das 0-Niveau der Haube auf eine andere Höhe eingestellt werden soll, muß eine entsprechende andere Kurve gemessen werden, die in Fig. 2 als gestrichelte Kurve  $k_2$  dargestellt ist. In den Speicher der Einheit 20 ist als Funktion oder Tabelle oder als Tabellen die Kurve  $k_1$  (oder Kurven  $k_1$  und  $k_2 \dots k_n$ ) eingespeichert.

Das erfindungsgemäße Regelungssystem arbeitet wie folgt. Der Regler 30 hält den Feuchtigkeitsgehalt der Abluft bei konstant bleibender Ablufttemperatur konstant. Im allgemeinen wird ein möglichst hoher Feuchtigkeitswert der Abluft angestrebt, z. B. ca. 200 g  $H_2O/kg$  tL. Die Feuchtigkeit der Abluftströmung  $m_2$  wird durch Steuerung der Regelklappe 26 des Kanals 18 mit dem Regler 30 und gleichzeitige Messung der Abluftfeuchtigkeit mit dem Feuchtemesser 23 konstant gehalten. Dabei regelt der Regler 30 die Abluftfeuchtigkeit auf das mit der Sollwerteinheit 33 eingestellte Niveau. Der optimale Wert der Abluftfeuchtigkeit hängt von der Temperatur der Abluft ab und deshalb wird das mit dem Thermometer 24 gemessene Temperatursignal

vom Regler 30 oder direkt vom Thermometer über die Verbindung 31 zur Feuchtigkeitsniveau-Sollwerteinheit 33 geleitet, die automatisch den Feuchtigkeitssollwert als Funktion der Temperatur ändert.

Das Regelungssystem mißt mit demselben Durchfluß-  
messer 22 gleichzeitig den auf das richtige Niveau gere-  
gten Abluftvolumenstrom, wobei das diesen beinhal-  
tende Meßsignal über die Verbindung 21 zum Regler 19  
geleitet wird. Der Regler 19 wählt mit Hilfe der in die  
Einheit 20 gespeicherten Kurve  $k_1$  als seinen Sollwert  
einen dem gemessenen Wert des Abluftstromes  $m_{20}$   
(Fig. 2) entsprechenden Ersatzluftstrom  $m_{10}$ , der mit  
dem Regelkreis 14, 15, 16, 17, 19 und 20 realisiert wird.  
Als Ergebnis dieser Regelung sucht sich die Regelklap-  
pe 14 des Ersatzluftkanals 11 eine (neue) Stellung, auf-  
grund welcher sich das 0-Niveau der Haube 10 auf die  
von der Kurve  $k_1$  repräsentierte Höhe, z. B. genannte  
2 m, einstellt.

Das im vorstehenden beschriebene Regelungssystem  
wird wie folgt arbeitend eingesetzt oder derart gesteu-  
ert, daß seine Funktion z. B. für die Dauer von ca. 0,5 h  
derart fortgesetzt wird, daß sich die nach einem Riß  
eintretenden Änderungerscheinungen ausgeglichen  
haben, wonach die Sollwerte der Regler 19, 30 freigege-  
ben werden, unter Steuerung durch das Regelungssy-  
stem zu gleiten. Dadurch werden nach dem Riß eintre-  
tende Instabilitätseffekte vermieden.

Mit dem erfindungsgemäßen Regelungssystem kann  
in der Abluftströmung ein im voraus bestimmter günsti-  
ger Feuchtigkeitswert gehalten werden und somit im  
Inneren der Haube 10 eine durch überhöhte Feuchtig-  
keitswerte verursachte Wasserkondensation verhindert  
werden, die z. B. die Bahn W beschädigen kann. Ein  
wesentlicher Vorteil besteht auch darin, daß das ständi-  
ge Messen des 0-Niveaus der Haube 10 vermieden wird,  
welches mühselig und ungenau ist. Bei der Vorausbe-  
stimmung der Kurve  $k_1$  kann die Messung des 0-Niveaus  
auf an mehreren repräsentativen Stellen der Haube 10  
durchgeführte Druckdifferenzmessungen bezogen wer-  
den, womit die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der  
Messungen verbessert wird.

45

50

55

60

65

- Leerseite -

